Aula 3

CARACTERIZAÇÃO E ORIGEM DAS ANGIOSPERMAS

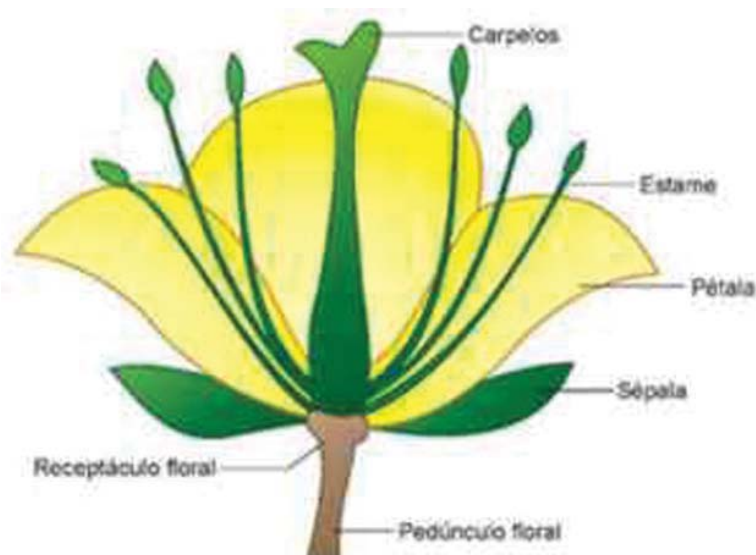
META

Apresentar as Angiospermas com especial destaque para as novidades evolutivas estreadas por este grupo que simbolizam uma série de adaptações que potencializou o sucesso evidente nos dias atuais por sua riqueza e diversidade.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:
Possuir o conhecimento básico sobre as Angiospermas incluindo dados sobre a sua morfologia, filogenia e origem potencial.

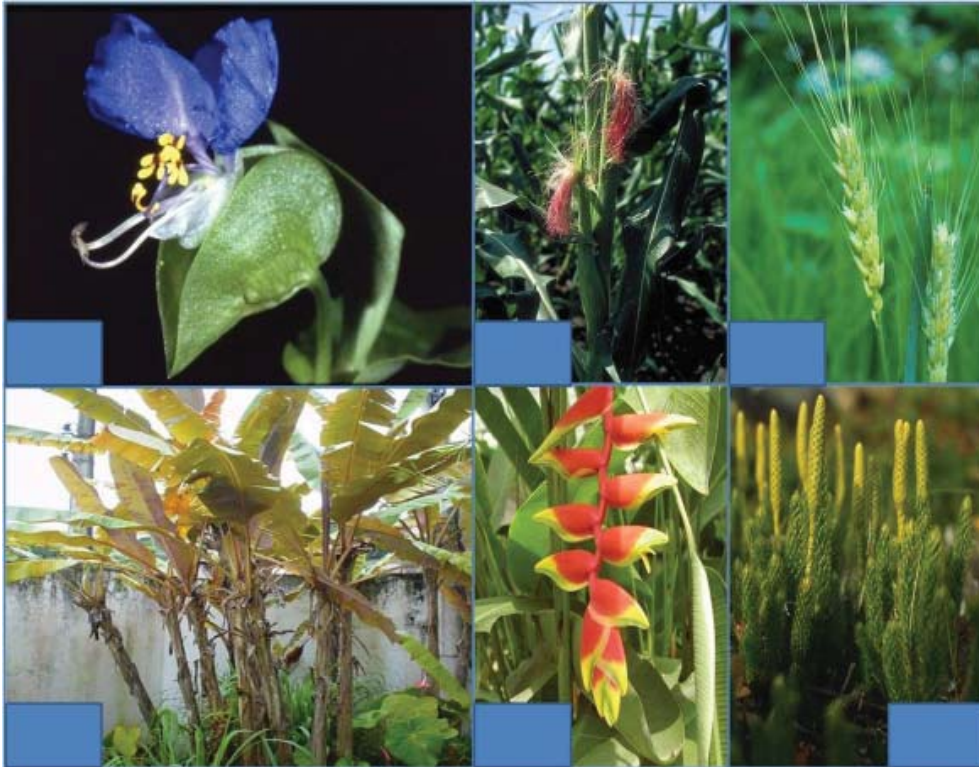
PRÉ-REQUISITOS

Gimnospermas

Organização da flor de angiosperma.
(Fonte: http://www.sobiologia.com.br)

INTRODUÇÃO

A primeira pergunta que iremos responder neste capítulo, que queremos que você tenha em mente, que associe é a seguinte:

O QUEM SÃO AS ANGIOSPERMAS?

Você consegue responder a esta pergunta com facilidade? Vamos puxar pela memória? Quais as plantas que você lembrara quando fiz essa pergunta? Aquelas do cotidiano de você mesmo... Você sabe quais as características que um vegetal precisa ter para pertencer ao grupo das Angiospermas? Vamos exercitar um pouco a memória? Nos exemplos abaixo marque um "x" naqueles que você acha que representa as Angiospermas:

As Angiospermas (do grego angeion = "vaso, recipiente" e sperma = "semente") formam um grupo monofilético diverso quanto à morfologia e importância ecológica, além de possuir grande importância econômica.

Com mais de 257.000 espécies, seus representantes apresentam-se como árvores de até 100m de altura (Eucalyptus spp.) ou mesmo pequenas ervas aquáticas com alguns milímetros de diâmetro (Lemna spp.). Estão distribuídas por praticamente todos os ecossistemas e compõem a maior parte das plantas verdes, terrestres e espermatófitas. Além de fornecer

matéria-prima para diferentes setores econômicos, desde fornecimento de madeira e celulose para construções e produção de papel a óleos essenciais e princípios ativos para fabricação de cosméticos e medicamentos; sem esquecer sua imperativa importância na indústria alimentícia.

Tal como qualquer outro grupo monofilético, as Angiospermae (também conhecidas como Magnoliophyta ou Anthophyta) possuem uma série de apomorfias que às definem e distinguem de outros grupos vegetais. São elas: 1) a presença de flores; 2) os estames com duas tecas laterais, cada uma com dois microsporângios; 3) o gametófito masculino reduzido trinucleado; 4) a formação de carpelos e fruto; 5) os óvulos com dois tegumentos; 6) o gametófito feminino reduzido 8-nucleado; 7) a formação de endosperma e 8) os elementos de tubo crivados. Algumas dessas apomorfias evolutivamente singulares modificaram-se em linhagens particulares do grupo.

Vejamos agora, detalhadamente, cada uma dessas características peculiares das Magnoliophytas.

A FLOR

Embora possa se pensar no conceito de flor como de fácil entendimento, se considerarmos essa estrutura como um eixo reprodutivo curto com esporófilos agregados, alguns grupos de gimnospermas (as Gnetales e Bennettiales) também possuem flores.

O arranjo e formação das estruturas florais, entretanto, são essenciais na diferenciação desse órgão de qualquer outro órgão reprodutivo do reino vegetal. As flores são ramos altamente modificados portando apêndices (perianto, androceu e gineceu) em um eixo, o receptáculo, que pode ou não ser sustentado por uma haste, o pedicelo. Sua origem dá-se geralmente na axila de uma folha modificada, a bráctea.

O perianto, mais externo na estrutura floral, pode conter dois verticilos, o cálice (formado pelas sépalas) e a corola (formado pelas pétalas). O cálice é geralmente fotossintético, enquanto a corola apresenta cores diferenciadas e atrativas. Ambos podem apresentar suas partes fundidas (gamosépala/gamopétala) ou não (dialisépala/dialipétala), ainda que no primórdio do desenvolvimento as sépalas e pétalas sejam completamente dissociadas. No caso de não haver distinção clara entre os dois verticilos, num gradiente externo/interno do perianto, essas estruturas são chamadas de tépalas.

O androceu corresponde à porção masculina da flor, onde estruturas produtoras de pólen se desenvolvem (filete e antera – mais detalhes a seguir !!). Enquanto o gineceu é a porção feminina da flor, composta por ovário, estilete e estigma, e mantêm-se na porção mais central da flor. As flores podem conter essas três partes (perianto, androceu e gineceu), sendo chamadas completas, ou não, e então são reconhecidas como incompletas.

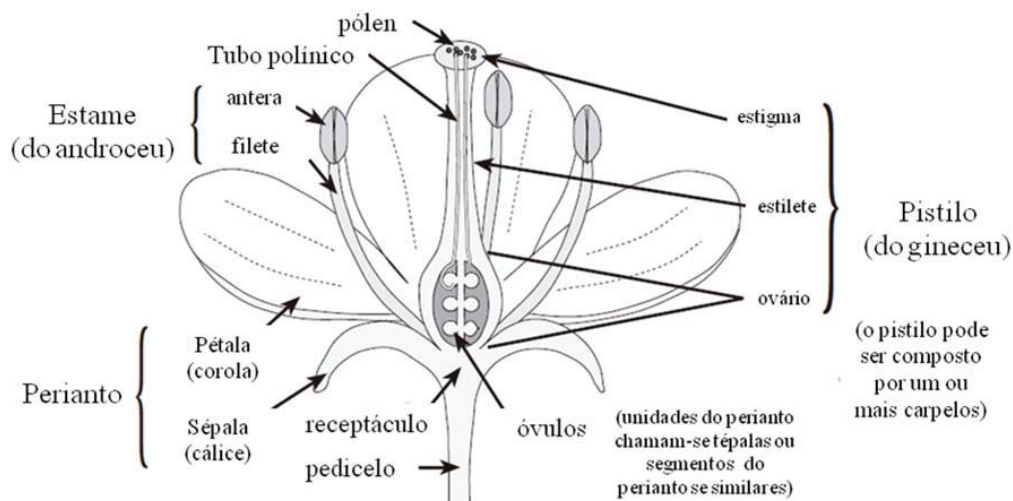



Figura 1 – Esquema de uma flor. FONTE: (traduzido de) SIMPSON, 2006.

Essas estruturas têm desenvolvimento inicial similar às folhas, a partir de um primórdio foliar de um ramo vegetativo, são inervadas por vasos e formatação dorsiventral. Devido a isso sépalas, pétalas, estames e carpelos são considerados homólogos às folhas.

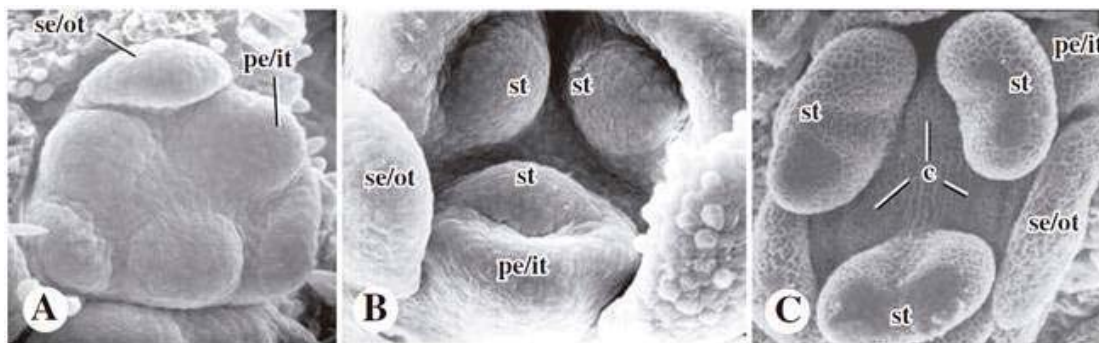



Figura 2 – Desenvolvimento floral. A. Primórdio pouco desenvolvido com sépala/tépala externa (se/ot) e pétala/tépala interna (se/it). B. Formação posterior do primórdio estaminal (st). C. Primórdios estaminais mais desenvolvidos e iniciação do primórdio carpelar (c). FONTE: Simpson, 2006.

Entretanto, considerando homologias entre as partes florais, essa terminologia (perianto – cálice e corola -, androceu e gineceu) deve ser assumida com certa cautela em estudos filogenéticos para que similaridade funcional e morfológica não seja confundida com homologias. A corola, por exemplo, teve origem independente em diversos grupos, podendo ter-se originado das sépalas ou de estames estéreis.

Os estames e o gametófito masculino

O estame é interpretado como microsporófilos modificados portando microsporângios que produzem micrósporos, que se desenvolverão em grãos de pólen.

É constituído por uma haste (o filete) e uma antera; esta última é composta por duas tecas ligadas por um conectivo, que pode ser expandido (formando apêndices) ou não, e conter dois sacos polínicos (microsporângios) cada. Na maturidade, o par de sacos polínicos de cada teca se desenvolve em uma única câmara e o pólen é disperso por mecanismos específicos.

Dessa forma os estames das angiospermas são bitecais/bilobados (possuem duas tecas) e tetrasporangiado (possuem quatro tubos polínicos) geralmente. Contudo, algumas angiospermas tiveram a perda secundária de estrutura, podendo apresentar anteras com uma única teca (monotecal/bisporangiado), características utilizadas na sistemática do grupo.

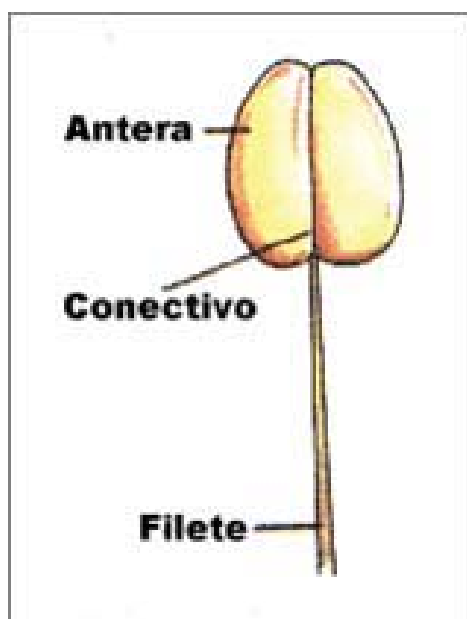



Figura 3 – Estrutura do estame. FONTE: //portalsaofrancisco.com.br

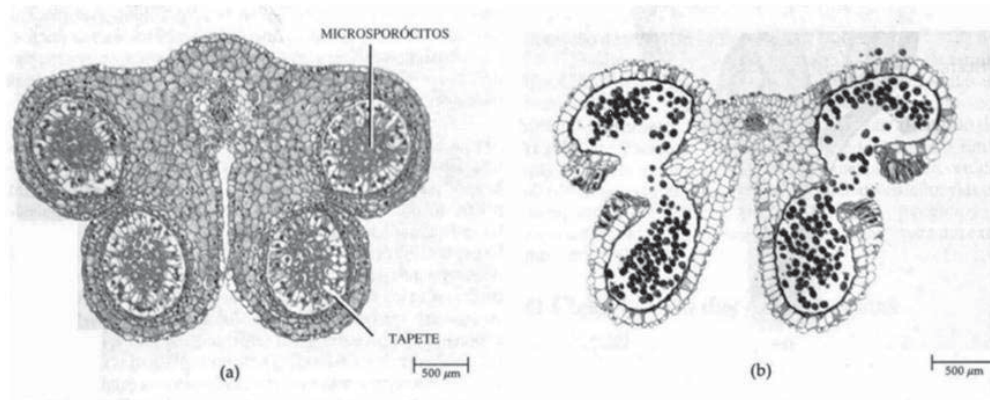



Figura 4 – Cortes transversais de anteras de lírio (Lilium). (a) Antera imatura com quatro microsporângios/sacos polínicos distribuídos em pares entre as duas tecas unidas pelo conectivo e rodeados pelo tapete. (b) Antera madura com grãos de pólen. Nota-se a formação de uma câmara polínica única durante a deiscência. FONTE: Raven et al. 2001.

Após a formação dos micrósporos nos sacos polínicos, estes sofrem mitose e geram duas células dentro do envoltório do micrósporo, a célula do tubo e a célula geradora, formando o grão de pólen. Os grãos de pólen são então liberados com dois ou três núcleos, a depender da ocorrência da divisão da célula geradora antes ou depois dessa liberação, sendo esse caráter utilizado na classificação taxonômica.

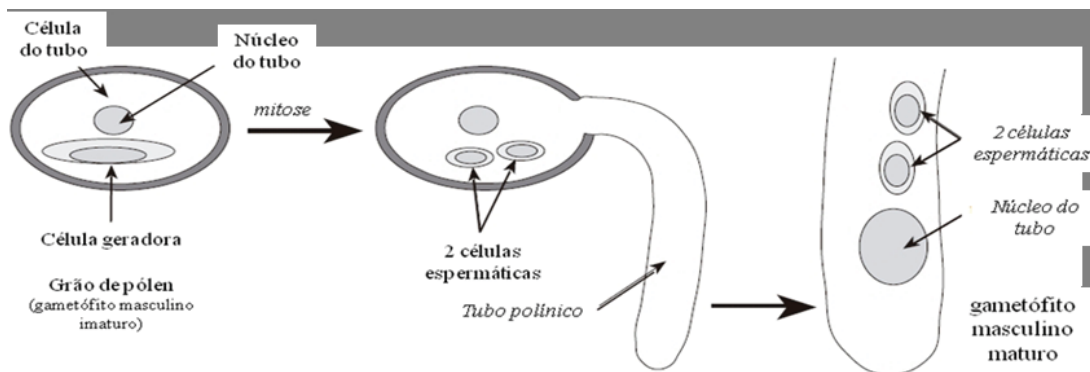



Figura 5 – Gametófito masculino das angiospermas. Desenvolvimento do gametófito masculino a partir de um grão de pólen. FONTE: (traduzido de) SIMPSON, 2006.

O pólen é empacotado em amido ou óleos e possuem uma parede envoltória de estrutura típica, com exina mais externamente e intina internamente. Ao contrário das outras partes vegetais (folhas, flores, ramos), devido a presença da exina, o pólen é bem representado no registro fóssil. Com sua abertura e ornamentação permitem a determinação de táxons, esses polens fossilizados permitem aos pesquisadores inferências importantes sobre a vegetação e flora de épocas passadas.

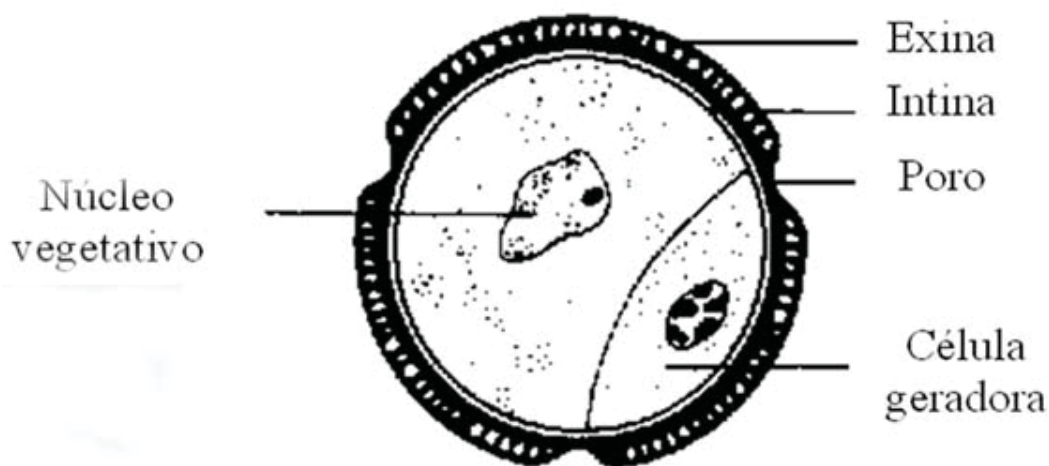



Figura 6 – Estrutura de um grão de pólen. FONTE: (traduzido de) BELL & HEMSLER, 2000.

O grão de pólen das angiospermas germina assim que entra em contato com a superfície estigmática, com o tubo polínico transpondo a parede do pólen e levando a célula espermática imóvel ao óvulo, condição conhecida como sinfonogamia. O tubo então atravessa os tecidos do estigma e carpelo e alcança o óvulo, transferindo duas células espermáticas diretamente no óvulo.

A FORMAÇÃO DE CARPELOS E SEU DESENVOLVIMENTO NOS FRUTOS

O gineceu é composto pelo conjunto de carpelos da flor. O carpelo é interpretado como o megasporangióforo das angiospermas, uma estrutura geralmente fechada que engloba o óvulo completamente; apenas em alguns gêneros o carpelo se abre na maturidade. Ele comumente é composto pelo ovário, estilete, haste, que pode ou não estar presente, e estigma.

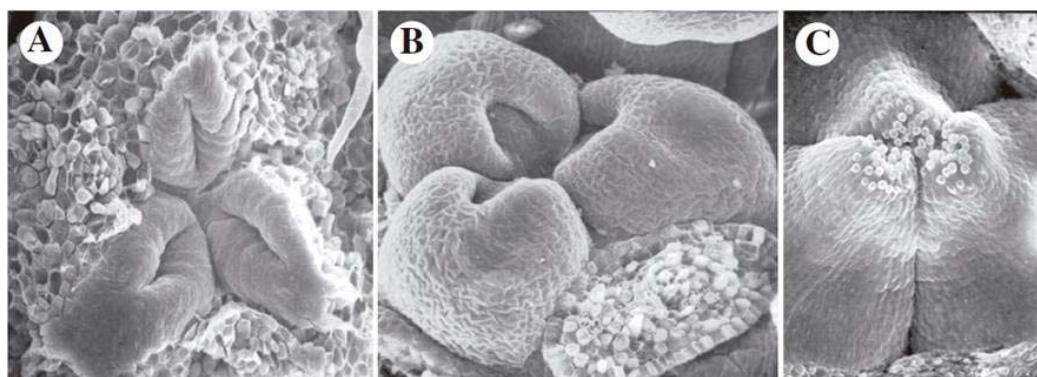



Figura 7 – O carpelo, uma apomorfias das angiospermas. A-C. Eletromicrografia do desenvolvimento do carpelo. A. Formação inicial de três carpelos, evidenciando desenvolvimento conduplicado. B. estágio intermediário de desenvolvimento. Observe o contato lateral entre os carpelos. C. estágio maduro, com cada carpelo fechado e fusão entre carpelos adjacentes para a formação de um gineceu sincárpico (pistilo composto). FONTE: Simpson, 2006.

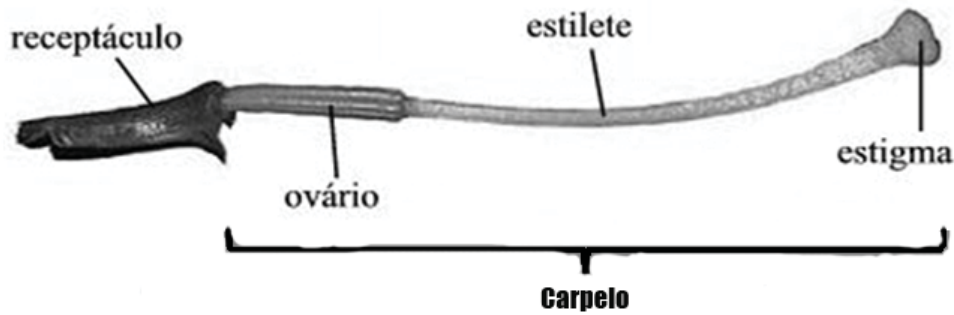



Figura 8 – Estrutura geral do carpelo. FONTE: www.colsantamaria.com.br/.../angiospermas.htm

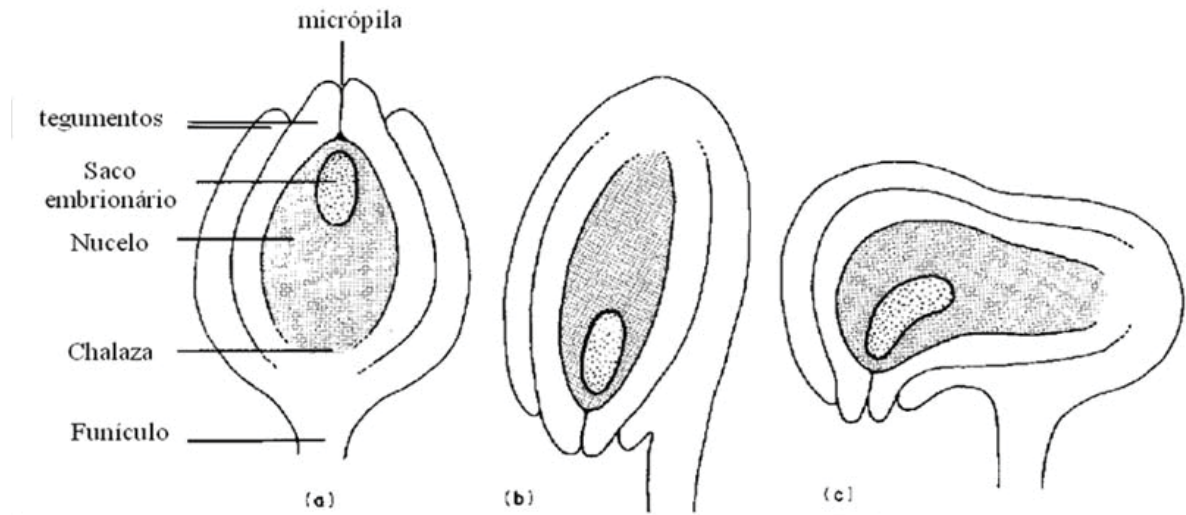
Essa estrutura [o carpelo] é interpretada com um megasporófilo conduplicado, devido à presença de simetria dorsiventral e venação similar a folhas. Certas partes do megasporófilo modificado desenvolvem tecidos de recepção do pólen (estigma) e tubo polínico (estilete).

A depender do número de carpelos e sua fusão estes podem ser: apocárpicos (carpelos dissociados) ou sincárpicos (carpelos fusionados) e o pistilo pode ser simples (com carpelo único) ou composto (com mais de um carpelo).

O termo pistilo e carpelo são algumas vezes utilizados para designar as estruturas centrais da flor que contem os óvulos. O carpelo é a unidade básica do gineceu. Quando os carpelos não são fundidos os termos são equivalentes e o pistilo é simples, entretanto, se os carpelos são fundidos e constituem uma única unidade, o pistilo é composto e os termos não são equivalentes (Judd et al. 2008).

É a partir do carpelo que o fruto se desenvolve, havendo hoje frutos com diferentes mecanismos de dispersão de sementes. O fruto é então formado pelo(s) ovário(s) maduro(s) mais qualquer tecido adicional e sua formação geralmente ocorre após o desenvolvimento da semente.

O ÓVULO BITEGUMENTADO, O GAMETÓFITO FEMININO E A FORMAÇÃO DO ENDOSPERMA

O óvulo das angiospermas, diferentemente do que acontece com os demais grupos de plantas, é anotrópico, ou seja, ele sofre uma inversão de 180° e sua micrópila localiza-se próxima da haste de sustentação do óvulo (funículo).

9 – Tipos de óvulo.(a) ortotrópico (em Gimnospermas). (b) anotrópico (em Angiospermas). (c) campilotrópico. FONTE: (traduzido de) BELL & HEMSLEY, 2000.

Além disso, nas magnoliófitas dois tegumentos envolvem o óvulo, ambos participando da formação do poro de entrada do tubo polínico, a micrópila. Embora os benefícios evolutivos de um óvulo bitegumentado não estejam claros, é evidente a participação desses tecidos, então coalescidos, na formação do revestimento da semente. Em alguns grupos foi detectada a perda secundária de um desses tegumentos, como em algumas Poales (monocots) e Asterídeas (eudicots).

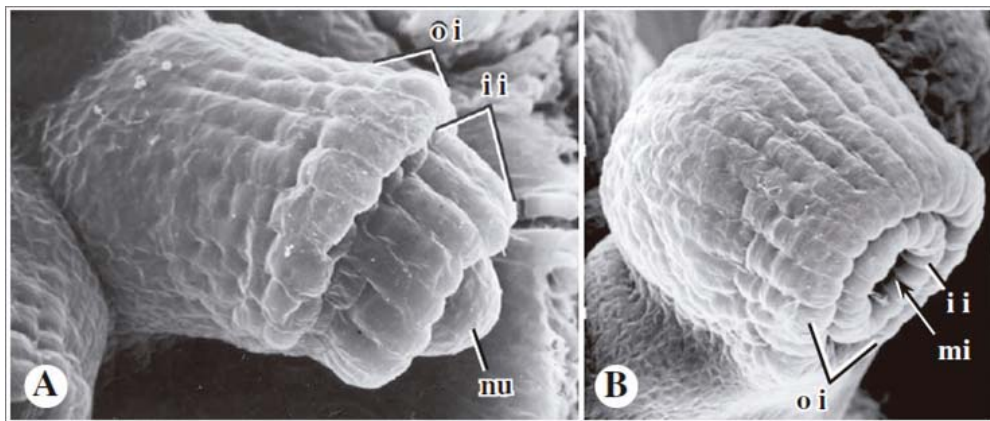



Figura 10 – Óvulo bitegumentado. A. óvulo imaturo, evidenciando a formação do tegumento interno (ii) e externo (oi), ambos crescendo ao redor do nucelo (nu) B. Óvulo em estágio posterior de desenvolvimento, como os dois tegumentos e a micrópila (mi) formada. FONTE: SIMPSON, 2006.

Num estágio inicial de desenvolvimento, um único megasporócito (2n) surge no nucelo e se divide meioticamente originando quatro megásporos (n) alinhados. Três desses megásporos degeneram e aquele mais afastado da micrópila se desenvolve. Após divisões mitóticas, esse megásporo origina oito núcleos haplóides que mais tarde se distribuirão em sete células. Na região micropilar localizam-se três células, a célula-ovo (oosfera) e duas sinérgides, enquanto na região chalazal (mais afastada da micrópila) estão localizadas três células antipodais; o volume adicional do gametófito é preenchido pela célula central que apresenta dois núcleos.

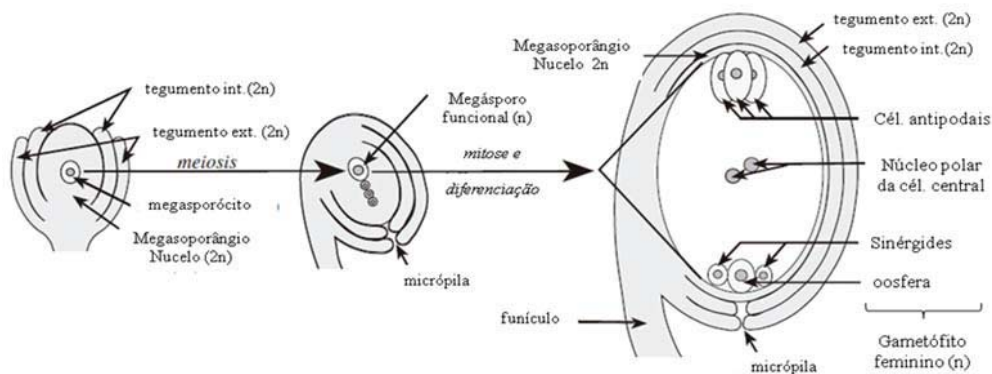



Figura 11 – Formação do gametófito feminino reduzido 8-nucleado. FONTE: (traduzido de) SIMPSON, 2006.

O tubo polínico alcança o megagametófito através da micrópila e transporta dois núcleos espermáticos do grão-de-pólen. Um desses núcleos funde-se com a oosfera, dando origem ao zigoto, enquanto o restante funde-se aos núcleos polares, formando o endosperma (geralmente triploide).

O endosperma serve como fonte primária de nutrição do embrião vegetal, envolvendo-o em uma “capa” rica em carboidratos, óleos e/ou proteínas. Sua formação ocorre apenas após a fecundação e formação do zigoto. Durante esse processo, conhecido como dupla fecundação, o tubo polínico desintegra e mais tarde as células antipodais e sinérgides também.

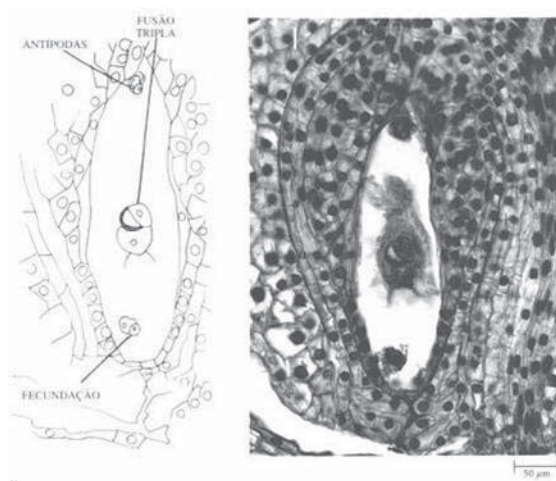



Figura 12 – Dupla fecundação em Lilium. União do núcleo espermático e oosfera (fecundação) e tripla fusão do outro núcleo espermático com o pólo 2-nucleado da célula central. FONTE: RAVEN et al. 2001.

OS ELEMENTOS DE TUBO CRIVADOS

Os elementos de tubo crivados são células especializadas no transporte de açucares pela planta exclusivas das antófitas. Cada elemento de tubo crivado possui uma ou mais células companheiras e uma série de placas crivadas principalmente localizadas em suas extremidades.

As células companheiras diferem das células albuminosas presentes nas gimnospermas por serem originárias da mesma célula-mãe que os elementos de tubo crivados; essas células possuem um citoplasma denso e um núcleo proeminente. Enquanto os elementos de tubo crivados, ainda que vivos na maturidade, não possuem qualquer núcleo ou apenas alguns vestígios do mesmo.

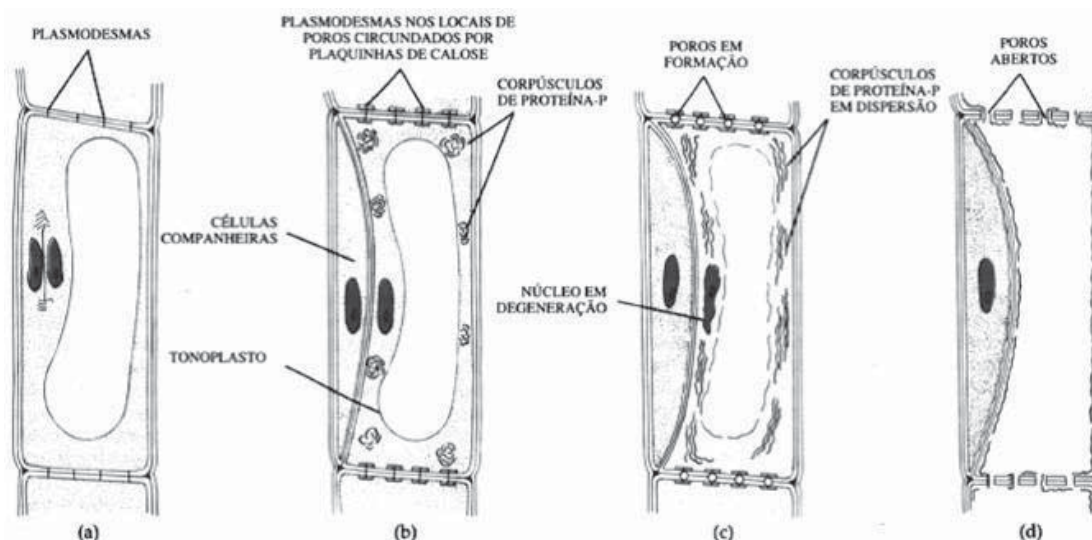



Figura 13 – Diferenciação de um elemento de tubo crivado. (a) a célula-mãe sofrendo divisão. (b) como resultado da divisão, são formados o elemento de tubo crivado e uma célula companheira. (c) o núcleo do elemento de tubo crivado degenera e os poros começam a formar-se. (d) Na maturidade o elemento de tubo crivado não possui núcleo ou vacúolo. FONTE: (adaptado de) RAVEN et al. 2001.

APOMORFIAS E OUTRAS CARACTERÍSTICAS DAS ANGIOSPERMAS: BENEFÍCIOS EVOLUTIVOS

O surgimento da flor e especialização das partes florais culminou em uma série de mecanismos de polinização. Desde a condição basal hipotética de polinização por besouros à condições mais especializadas de polinização por insetos, aves e morcegos; ou mesmo a redução floral e perda de verticilos característicos de flores polinizadas pelo vento ou pela água.

Assim também, relacionando-se com a especialização floral, os estames e gametas femininos e masculinos evoluíram para garantir o sucesso da po-

linização e o rápido desenvolvimento do embrião; permitindo o surgimento de angiospermas com curto ciclo de vida, como as ervas bi-anuais. Assim como a dupla fecundação e a conseqüente formação do endosperma, que serve como fonte primária de nutrientes para o embrião.

Evolutivamente, o desenvolvimento do carpelo significou dois importantes passos para as plantas. A existência de substâncias que inibem o crescimento do tubo polínico no estigma e estilete possibilitou o controle seletivo de fecundação; essa inibição pode ocorrer tanto quando pólen de outras espécies alcançam o estigma ou entre indivíduos incompatíveis de uma mesma espécie. Além de prover mecanismos de dispersão dos descendentes através da formação de diferentes tipos de frutos.

Outras inovações das angiospermas, ainda que não possam ser caracterizadas como apomorfias do grupo, são importantes para o seu sucesso adaptativo. A existência de elementos de vasos em algumas angiospermas otimizaram o transporte de solutos e água. A estrutura diversificada dos tipos de raízes, caules e folhas não é encontrada em nenhum outro grupo vegetal, assim como os diferentes tipos de polinização e dispersão existentes.

Essas novidades evolutivas estreadas pelas angiospermas simbolizam uma série de adaptações que potencializou o sucesso do grupo evidente nos dias atuais por sua riqueza e diversidade.

ORIGEM

Cretáceo inferior, 130 milhões de anos atrás

De acordo com evidências fósseis, o possível ancestral das Angiospermas deveria possuir os seguintes caracteres:

- Pólen monossulcado
- Folhas simples
- Padrão irregular de nervação reticulada pinada

As Angiospermas possuem uma origem monofilética com base em nove sinapomorfias:

1. Elementos de tubo crivado e células companheiras derivadas das mesmas células iniciais
2. Grão de pólen com ectexina columelada (camada do pé, columela e teto)
3. Estames com dois pares laterais de sacos polínicos
4. Endotécio hipodermal na antera
5. Gametófito masculino com apenas 3 células
6. Carpelo fechado com região estigmática onde ocorre a germinação do grão de pólen
7. Parede do megásporo fina, sem esporopolenina
8. Gametófito feminino com 7 a 16 células, sem arquegônios
9. Dupla fecundação, associada à formação do endosperma

QUAL O PROVÁVEL GRUPO ANCESTRAL

Em que época e local ter-se iam originado as primeiras Angiospermas?

Para responder a esta pergunta podemos lançar mão da interpretação do registro fóssil. Sabemos que os Megafósseis (lenho, folhas, flores, frutos) eram abundantes no Cretáceo inferior há aproximadamente 135 milhões de anos atrás, época Barremiana, era Mesozoica juntamente com a predominância de fósseis de vários grupos de Gimnospermas e Pteridófitas. No Cretáceo superior (70 milhões de anos atrás) os megafósseis de Angiospermas já ficaram dominantes.

Microfósseis (pólen); no cretáceo inferior o registro era muito rico (em quantidade e diversidade!). Os grãos uniaperturados antecedem os triaperturados. Pólen triporado e poliporado (tipos altamente especializado de algumas famílias) têm notável ausência no Cretáceo Inferior, só aparecendo bem mais tarde, sendo considerados, portanto, bons indicadores de filogenia.

Sabemos também que as folhas simples antecedem as compostas no tempo, o que pode ser observado no diagrama a seguir:

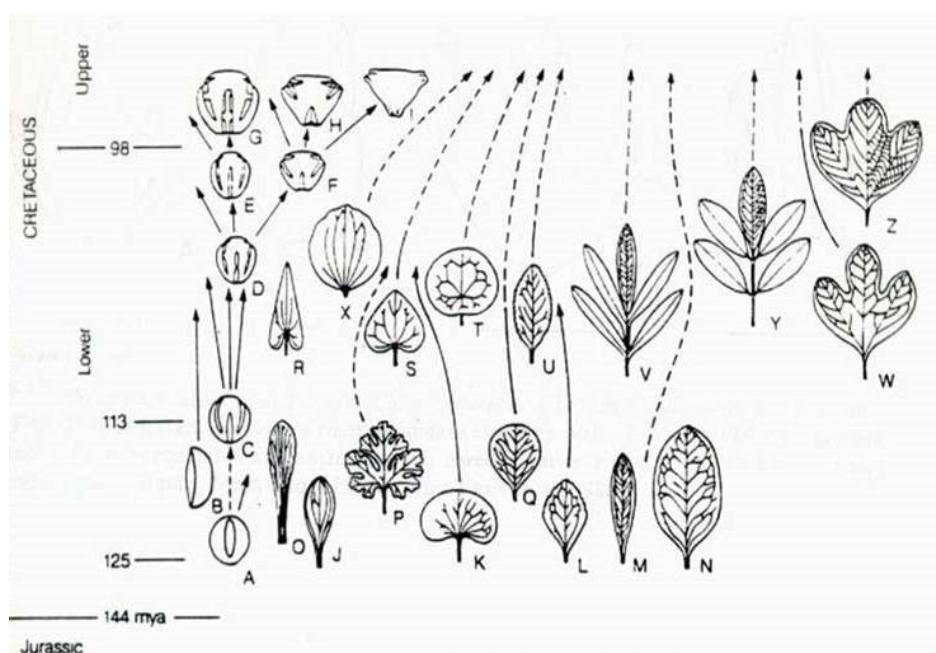



Figura 14 - Seqüência sumarizada de tipos de pólen e folhas de Angiospermas do Cretáceo.

plesiomórfica? A flor mais primitiva?

Duas teorias conflitantes são veiculadas,

Teoria do pseudanto – Wettstein (1907):

De acordo com esta teoria, as flores pequenas, unissexuais e anemófilas derivadas de estruturas reprodutivas unissexuais, gimnospérmicas, talvez similares as Gnetales seriam as flores mais primitivas. Estas flores teriam se originado por redução de uma estrutura estrobilar multi-axial

As flores pequenas, simples, díclinas e anemófilas de algumas dicotiledôneas da subclasse Hamamelidae sensu Cronquist (Ordem Fagales, Juglandales, Myricales, Casuarinales, às vezes coletivamente chamadas Amentiferae e das Piperales (subclasse Magnoliidae sensu Cronquist) são os representantes das angiospermas que possuem todos esses caracteres.

Figura 15 – Piper veracruz.

Teoria Antostrobilar – Arber & Parkin (1907):

Esta teoria prevê a derivação das Angiospermas a partir de um estróbilo uniaxial. De acordo com a teoria antostrobilar, as flores primitivas possuem numerosas partes livres no perianto; androceu e gineceu, todos eles distribuídos espiraladamente sobre um receptáculo alongado; perianto vistoso e polinização entomófila. As plantas viventes da ordem Magnoliales correspondem a este protótipo de flor primitiva.

Figura 16 – Magnolia grandiflora.

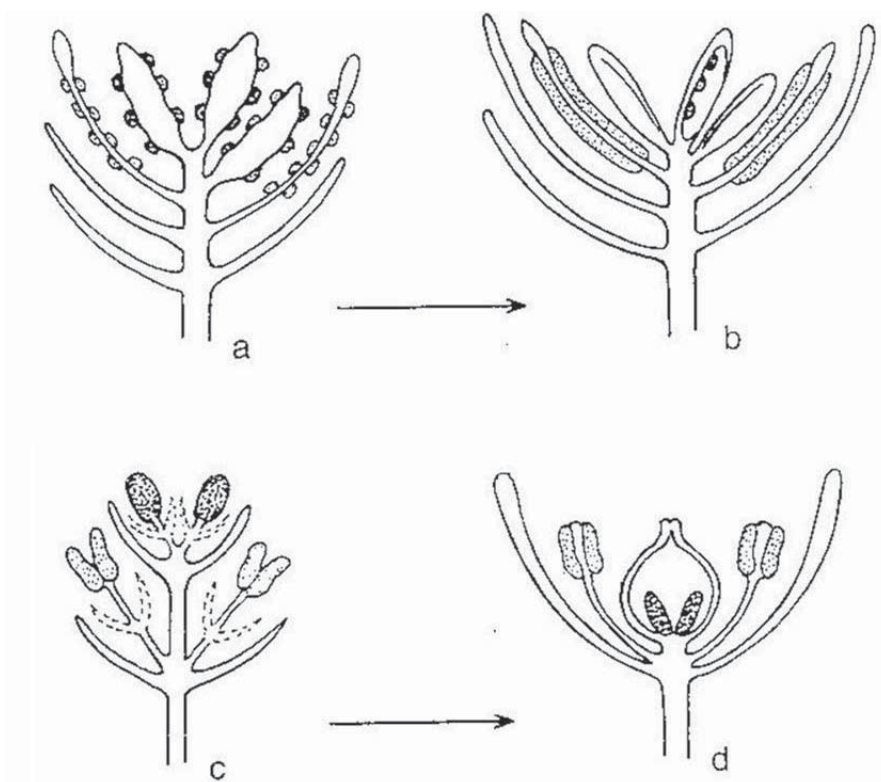



Figura 17 - Teorias alternativas para a origem da flor. a-b. Teoria Antostrobilar. c-d. Teoria do Pseudanto. Setas indicam transformação; as ilustrações indicam candidatos à primeira angiosperma.

QUAL O POSSÍVEL ANCESTRAL DAS ANGIOSPERMAS?

De acordo com as pesquisas divulgadas na atualidade, dentre os grupos de plantas, o único que poderia ter dado origem as Angiospermas são as Gimnospermas. Mesmo assim para isso ter acontecido seria necessária uma combinação de caracteres.

Gimnospermae – combinação de caracteres (estágio já avançado de redução do gametófito feminino e a formação de sementes).

Dentre as Gimnospermas o grupo que foi cogitado como ancestral das Angiospermas éo das Pinopsida – Este grupo possui estróbilos femininos formados por escamas originadas pela fusão de megasporofilos e ramos curtos. De acordo com as análises, este grupo não possui nada que se pareça com um megasporofilo típico!! Estão fora de cogitação como ancestrais das Angiospermas!

Figura 18 – Representantes de Pinopsida.

Outro grupo analisado foi o das Cycadeoidophyta – Bennettitales – estróbilos com megasporofilos e microsporofilos. Seus representantes possuem flores monoclinas (condição que se julga ter sido característica das flores das primitivas Magnoliophyta – teoria antostrobilar). Pelo fato de portar megasporofilos muito especializados seria improvável que tivessem originado carpelos (de modo análogo, as bolsas portadoras de óvulos em Caytoniales são também muito especializadas).

Figura 19 – Bennettitales. Fonte: http://www.peabody.yale.edu/mural/triassic/Text.html

As Lyginopteridales (Pteridospermales) – foram consideradas ancestrais potenciais. Seriam numerosas as modificações necessárias para converter qualquer Pteridosperma conhecida em uma Angiosperma. De acordo com Takhtajan e Cronquist – de todos os grupos de Gimnospermas conhecidos, apenas as Pteridospermales apresentavam caracteres mais primitivos que as primeiras Angiospermas.

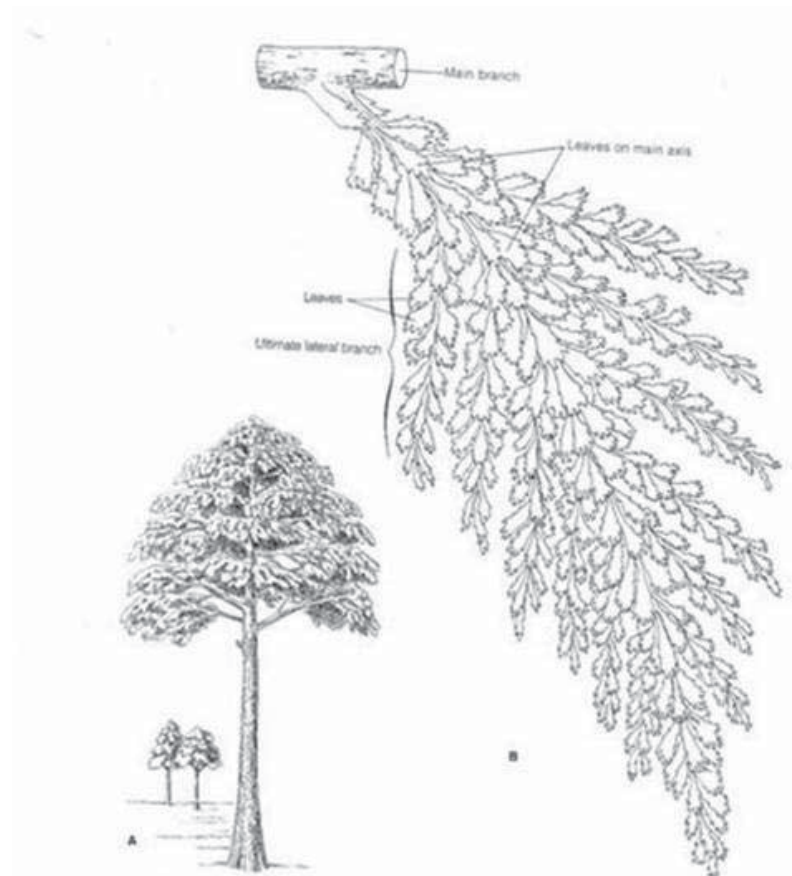



Figura 20 – Reconstrução de Archaeopteris.

QUAL O POSSÍVEL ANCESTRAL DAS ANGIOSPERMAS?

Gnetales – foram seriamente consideradas como possíveis ancestrais das Magnoliophyta devido a compartilharem com este grupo os seguintes caracteres:
- Presença de elementos de vaso no lenho secundário
- Dois cotilédones
- Sifonogamia
- Nervação reticulada das folhas

Gnetum gnemum

Ephedra

Welwitschia mirabilis

Figura 21 – Exemplo de representantes de Gnetales.

Apesar de algumas críticas a este respeito a grande maioria das análises filogenéticas na última década tem obtido árvores onde o grupo-irmão das Magnoliophyta é Gnetales!!!!!

Críticas:

– origem dos elementos de vaso não teria homologia entre os dois grupos;

Gnetales – placas de perfuração originadas a partir de modificações de pontuações areoladas circulares (típicas das coníferas);

Magnoliophyta – placas formadas por dissolução de paredes dotadas de pontuações escalariformes.

CONCLUSÃO

Agora vamos responder as perguntas feitas no início do capítulo? O quem são as angiospermas? Ao pensar sobre alguns exemplos de Angiospermas você deve ter lembrado da mangueira, do cajueiro, talvez das bromélias e demais plantas frutíferas e ornamentais que estamos em contato em nosso cotidiano. Se fizermos uma análise mais acurada sobre o que estas plantas tem em comum iremos nos deparar com a condição essencial para um representante de Angiospermas: a presença de flor. Todos os exemplos citados produzem flores. Por este motivo as Angiospermas podem ser também chamadas de Fanerógamas em alusão a presença desta estrutura peculiar formada através da especialização de ramos altamente modificados portando apêndices (perianto, androceu e gineceu). O surgimento da flor e especialização das partes florais culminou em uma série de mecanismos de polinização. Assim também, relacionando-se com a especialização floral, os estames e gametas femininos e masculinos evoluíram para garantir o sucesso da polinização e o rápido desenvolvimento do embrião; permitindo o surgimento de angiospermas com curto ciclo de vida, como as ervas bi-anuais. Assim como a dupla fecundação e a conseqüente formação do endosperma, que serve como fonte primária de nutrientes para o embrião. Essas novidades evolutivas estreadas pelas angiospermas simbolizam uma série de adaptações que potencializou o sucesso do grupo evidente nos dias atuais por sua riqueza e diversidade.

RESUMO

As Angiospermas formam um grupo monofilético diverso quanto à morfologia e importância ecológica, além de possuirem grande importância econômica Com mais de 257.000 espécies, estão distribuídas por praticamente todos os ecossistemas e compõem a maior parte das plantas verdes, terrestres e espermatófitas. Tal como qualquer outro grupo monofilético, as Angiospermae (também conhecidas como Magnoliophyta ou Anthophyta) possuem uma série de apomorfias que as definem e distinguem de outros grupos vegetais. São elas: 1) a presença de flores; 2) os estames com duas tecas laterais, cada uma com dois microsporângios; 3) o gametófito masculino reduzido trinucleado; 4) a formação de carpelos e fruto; 5) os óvulos com dois tegumentos; 6) o gametófito feminino reduzido 8-nucleado; 7) a formação de endosperma e 8) os elementos de tubo crivados. Algumas dessas apomorfias evolutivamente singulares modificaram-se em linhagens particulares do grupo. Sua origem remota do Cretáceo inferior, 130 milhões de anos atrás. Algumas perguntas como: qual o provável grupo ancestral ?Em que época e local ter-se iam originado as primeiras Angiospermas?

Qual teria sido a flor plesiomórfica? estão sendo respondidas e neste sentido duas teorias conflitantes são veiculadas: 1. Teoria do pseudanto – Wettstein (1907). De acordo com esta teoria, as flores pequenas, unissexuais e anemófilas derivadas de estruturas reprodutivas unissexuais, gimnospérmicas, talvez similares as Gnetales seriam as flores mais primitivas. Estas flores teriam se originado por redução de uma estrutura estrobilar multi-axial 2. Teoria Antostrobilar – Arber & Parkin (1907). Esta teoria prevê a derivação das Angiospermas a partir de um estróbilo uniaxial. De acordo com a teoria antostrobilar, as flores primitivas possuem numerosas partes livres no perianto; androceu e gineceu, todos eles distribuídos espiraladamente sobre um receptáculo alongado; perianto vistoso e polinização entomófila. As plantas viventes da ordem Magnoliales correspondem a este protótipo de flor primitiva. Dentre os grupos de Gimnospermas estudado como possível ancestral das Angiospermas, apenas Gnetales permanece como o mais provável. Apesar de algumas críticas a este respeito a grande maioria das análises filogenéticas na última década tem obtido árvores onde o grupo-irmão das Magnoliophyta é Gnetales!!!!!.

ATIVIDADES

1. Faça uma lista com 10 nomes das Angiospermas que você conhece. Verifique através da internet a flor desses indivíduos para confirmar se eles realmente pertencem ao grupo das Angiospermas.
2. Escute a música *Matança* de Geraldo Azevedo. Complete a letra da música será disponibilizada na plataforma moodle com o nome das flores citadas pelo cantor. Em seguida faça uma pesquisa na internet sobre a família botânica à qual pertence essas plantas citadas e qual o nome científico delas
3. Cite as novidades evolutivas apresentadas pelas Angiospermas.
4. Quais as duas teorias sobre a flor plesiomórfica?
5. Cite os grupos que foram considerados ancestrais das Angiospermas e os principais argumentos que refutaram esta hipótese.
6. Cite o grupo que é considerado como o mais provável ancestral das Angiospermas bem como as características que os dois grupos compartilham.

PRÓXIMA AULA

Na próxima aula iremos estudar a aplicação correta dos nomes de plantas. Aprenderemos algumas regras e recomendações seguidas pelos estudiosos em Botânica Sistemática: as regras de Nomenclatura Botânica.

REFERÊNCIAS

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. 2001. **Biologia vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

SIMPSON, M.G. 2006. **Plants Systematics**. Elsevier Inc.

JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS, P.F.; DONOGHUE, M.J. 2008. **Plant Systematics**: a phylogenetic approach. 3 ed. Sinauer Associates Inc.

BELL. P.R.; HEMSLEY, A.R. 2000. **Green plants**: their origin and diversity. 2 ed. Cambridge Uni. Press.